

AHP を用いたテキストによる コミュニケーションでの意思決定 (2)

荒川 達也*

(2011 年 11 月 25 日受理)

1. はじめに

電子掲示板に代表されるネットワーク上のコミュニケーションの簡易モデルとして, [1] では「山手線ゲーム」と呼ばれる宴会ゲームを単純化したモデルに対する AHP (階層化意思決定) による意思決定について検討し, そこで扱ったごく簡単な範囲では有効性を観察することができた.

本稿ではそれに続き, [1] よりもやや複雑な条件の下で同様の検討を試みる. 具体的には, §2 と §3 で, 発言の受け手側の選好がより細分化されているケースを扱い, §4 では受け手側が階層化されているモデルを考える.

なお, [1] に引き続き, AHP の基本事項は [2] に従った. 計算はすべて幾何平均法を用い, 一対比較における各重要度「極めて」, 「非常に」, 「かなり」, 「やや」, 「同じく」はそれぞれ「9 倍」, 「7 倍」, 「5 倍」, 「3 倍」, 「1 倍」に対応している ([2, §1.3] 参照).

2. 3人モデル (1)

2. 1 設定

[1] §2 では, A, B, C の 3 人によるコミュニケーションにおいて, A が発言しようとしている場面を想定して, 次のようなモデルを導入した:

(1) A は「語彙 (メッセージ) 集合」として空でない有限集合 U を所有し, その中から採用する語を 1 つだけ選択する.

(2) B, C はそれぞれ「好きな語の集合」として U の空でない真部分集合 $U_B, U_C \subset U$ を持ち, 原則として集合内の元の方を集合外の元よりも好むとする.

(3) A に与えられる代替案は

$$\begin{aligned} O &= U \setminus (U_B \cup U_C), \\ I &= U_B \setminus U_C, \\ II &= U_C \setminus U_B, \\ III &= U_B \cap U_C \end{aligned}$$

の 4 つと定める.

(4) A は B と C のどちらを重視するか一対比較を行う.

(5) B, C はそれぞれ「自分の好きな集合」に含まれるかどうかという基準で, 代替案 O ~ III の一対比較を行う.

(6) 以上の設定の下で, AHP により各代替案の重要度を計算する.

本節では上のモデルを拡張し, B は語彙集合 U を, 互いに共通部分を持たない 3 つの集合 $B_1, B_2, B_3 \subseteq U$ に分割し, 原則として B_2 の元を B_3 より好み, B_1 の元を B_2 の元より好むとする. また, それに合わせて C は U を互いに共通部分を持たない 2 つの集合 $C_1, C_2 \subseteq U$ に分割し, 原則として C_1 の元を C_2 の元より好むと考えることにする.

これらの仮定により, 上のモデルの (3) 以降は次のように変更される:

(3) A に与えられる代替案は

$$\begin{aligned} I &= B_1 \cap C_1, \\ II &= B_1 \cap C_2, \\ III &= B_2 \cap C_1, \\ IV &= B_2 \cap C_2, \\ V &= B_3 \cap C_1, \\ VI &= B_3 \cap C_2 \end{aligned}$$

の 6 つと定める.

(4) A は B と C のどちらを重視するか一対比較を行う (上の (4) と同じ).

(5) B, C はそれぞれ「どの添字の集合に含まれるか」という基準で, 代替案 I ~ VI の一対比較を行う.

例えば (4) で A は「B を非常に重視」, (5) で B は「 B_2 よりも B_1 をかなり好み, B_3 よりも B_2 をかなり好み, B_3 よりも B_1 を極めて好む」とし, C は「 C_2 よりも C_1 をかなり好む」と評価した場合, 以下のような一対比較行列が得られる:

A の一対比較行列 (縦方向は上から B, C, 横方向は左から B, C の順とする):

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 1/7 & 1 \end{pmatrix}$$

B, C の一対比較行列 (縦方向は上から I, II, ..., VI, 横方

*電子情報工学科

向は左から I, II, ..., VI の順とする) :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 & 5 & 9 & 9 \\ 1 & 1 & 5 & 5 & 9 & 9 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1 & 1 & 5 & 5 \\ 1/9 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1 & 1 \\ 1/9 & 1/9 & 1/5 & 1/5 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 & 5 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1/5 & 1 & 1/5 & 1 \\ 1 & 5 & 1 & 5 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1/5 & 1 & 1/5 & 1 \\ 1 & 5 & 1 & 5 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1 & 1/5 & 1 & 1/5 & 1 \end{pmatrix}.$$

(6) 以上の設定の下で, AHP により各代替案の重要度を計算する.

これらに基づいて, 各代替案の重要度を計算すると, 以下の数値が得られる:

I の重み = 0.36,

II の重み = 0.33,

III の重み = 0.13,

IV の重み = 0.10,

V の重み = 0.06,

VI の重み = 0.03.

一方, この例では設定条件により

- 予想1) B の選好により I, II, はそれぞれ III, IV より高得点, III, IV はそれぞれ V, VI より高得点, C の選好により I, III, V はそれぞれ II, IV, VI より高得点.
- 予想2) II と III, IV と V を比較すると, A が B を重視しているため, B の選好が優先されて, II, IV が高得点.

という結果が予想できるが, 上の計算結果は, これらの予想と合致していることが見て取れる.

2. 2 実行結果

[1, §2.2] にならい, 上で述べたモデルの有効性をさらに調べるために, 次のような条件で代替案の重要度を計算してその挙動を観察する:

(1) A による B, C への評価は「B を極めて重視」, 「B と C を同じく重視」, 「C を極めて重視」の3段階.

(2) C による評価は「(C₂ より C₁ を) 極めて好む」, 「非常に好む」, 「かなり好む」, 「やや好む」, 「同じく好む」の5段階.

(3) B の自分の集合への評価は, 上の例と同じ「B₂ よりも B₁ をかなり好み, B₃ よりも B₂ をかなり好み, B₃ よりも B₁ を極めて好む」に固定.

これらの条件の下では,

- 上の例「予想1」は同様に成立する:

$$I > III > V, II > IV > VI, I > II, III > IV, V > VI$$

- A が B を重視している場合はさらに

$$I > II > III > IV > V > VI$$

- C の C₁ への評価が高いほど I, III, V の重みが増加する

などの傾向が見られると予想できるが, 表1~3に示す計算結果は, この予想に合致していると考えてよいと思われる.

3. 3人モデル (2)

前節の拡張モデルに対し, B の選好段階をもう一つ増やして4段階としたモデルを考える:

語彙集合 U を4つの集合 $B_1, B_2, B_3, B_4 \subseteq U$ に分割し, B はこの順序で選好するとする. C は前節と同様に U を $C_1, C_2 \subseteq U$ に分割し, C₁ の元を C₂ の元より好むとする. その結果, A に与えられる代替案は

$$I = B_1 \cap C_1,$$

$$II = B_1 \cap C_2,$$

$$III = B_2 \cap C_1,$$

$$IV = B_2 \cap C_2,$$

$$V = B_3 \cap C_1,$$

$$VI = B_3 \cap C_2,$$

$$VII = B_4 \cap C_1,$$

$$VIII = B_4 \cap C_2$$

の8つとなる.

このモデルに対し, 以下の条件で重要度を計算した結果を表4~6に示す:

(1) A による B, C への評価は前節と同様に「B を極めて重視」, 「B と C を同じく重視」, 「C を極めて重視」の3段階.

(2) C による評価も前節と同様に, 「非常に好む」, 「かなり好む」, 「やや好む」, 「同じく好む」の5段階.

このとき C の一対比較行列は下のような形となる ($c = 9, 3, 5, 7, 1$, 縦方向は上から I, II, ..., VIII, 横方向は左から I, II, ..., VIII の順):

(3) A に与えられる代替案は

$$\begin{pmatrix} 1 & c & 1 & c & 1 & c & 1 & c \\ 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 \\ 1 & c & 1 & c & 1 & c & 1 & c \\ 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 \\ 1 & c & 1 & c & 1 & c & 1 & c \\ 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 \\ 1 & c & 1 & c & 1 & c & 1 & c \\ 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 & 1/c & 1 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned} I &= C_1 \cap D_1 \cap E_1, \\ II &= C_2 \cap D_1 \cap E_1, \\ III &= C_1 \cap D_1 \cap E_2, \\ IV &= C_2 \cap D_1 \cap E_2, \\ V &= C_1 \cap D_2 \cap E_1, \\ VI &= C_2 \cap D_2 \cap E_1, \\ VII &= C_1 \cap D_2 \cap E_2, \\ VIII &= C_2 \cap D_2 \cap E_2 \end{aligned}$$

(3) B による評価は, 「 B_2 よりも B_1 をやや好む. B_3 よりも B_1 をかなり好む. B_4 よりも B_1 を非常に好む. B_3 よりも B_2 をやや好む. B_4 よりも B_1 をかなり好む. B_4 よりも B_3 をやや好む.」に固定.

このときの B による一対比較行列を下に示す (行と列の配置は前項と同じ) :

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 3 & 5 & 5 & 7 & 7 \\ 1 & 1 & 3 & 3 & 5 & 5 & 7 & 7 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 3 & 3 & 5 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 3 & 3 & 5 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 3 & 3 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 3 & 3 \\ 1/7 & 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/7 & 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

表 4~6 の結果も, 概ね設定条件から予想される傾向と合致していると言ってよいと思われる.

4. 5人モデル

§2.1 で述べた通り, 前節までのモデルは『A が B, C の選好に配慮して発言単語を選択する』という状況を想定していた. 本節ではより複雑なモデルとして, 『別のプレイヤー D と E が B の影響下にあり, B は D と E の選好に配慮して自分の選好を決める』という状況を考えたい. そのために, 前節までのモデルを次のように変更する;

(1) A は「語彙 (メッセージ) 集合」として空でない有限集合 U を所有し, その中から採用する語を 1 つだけ選択する (前節までと同じ) .

(2) C, D, E はそれぞれ U を, 互いに共通部分を持たない 2 つの集合 $C_1, C_2 \subseteq U, D_1, D_2 \subseteq U, E_1, E_2 \subseteq U$ に分割し, 添字 1 の集合を添字 2 の集合より好むとする.

の 8 つ.

(4) A は B と C のどちらを重視するか一対比較を行う. また B は D と E のどちらを重視するか一対比較を行う.

(5) C, D, E はそれぞれ, C_1 と C_2 , D_1 と D_2 , E_1 と E_2 のどちらにに含まれるかという基準で, 代替案 I ~ VIII の一対比較を行う.

(6) 以上の設定の下で, AHP により各代替案の重要度を計算する.

例として,

- A は B を極めて重視
- B による評価は「E より D を極めて重視」, 「非常に重視」, 「かなり重視」, 「やや重視」, 「同じく重視」の 5 段階.
- C, D, E はそれぞれ添字 2 より添字 1 を極めて好む

という条件で計算した重要度を表 7 に示す. これらの数値も, 設定条件から予想される傾向と合致していることが見て取れる.

この結果により, 「最初の発言者の発言を受けて, 次の発言者が発言を行う」という, より現実の「ネットワーク上のコミュニケーション」に近い状況においても, AHP による意思決定が有効である可能性が観察できたと考えられる. 今後さらに検討したい.

参考文献

- 1) 荒川達也, AHP を用いたテキストによるコミュニケーションでの意思決定, 群馬高専レビュー, **29**, 1-6, 2011.
- 2) 八巻直一, 高井英造, 問題解決のための AHP 入門, 日本評論社, 2005.

表－１ ３人モデル（１）－１ A は B と C を同じく重視

C による評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.3608	0.3600	0.3586	0.3558	0.3475
II	0.3342	0.3350	0.3364	0.3392	0.3475
III	0.1230	0.1222	0.1208	0.1180	0.1097
IV	0.0963	0.0972	0.0986	0.1013	0.1097
V	0.0562	0.0553	0.0539	0.0512	0.0428
VI	0.0295	0.0303	0.0317	0.0345	0.0428

表－２ ３人モデル（１）－２ A は B と C を同じく重視

C による評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.3338	0.3296	0.3227	0.3088	0.2671
II	0.2005	0.2046	0.2116	0.2255	0.2671
III	0.2017	0.1975	0.1906	0.1767	0.1350
IV	0.0683	0.0725	0.0795	0.0933	0.1350
V	0.1645	0.1604	0.1534	0.1395	0.0979
VI	0.0312	0.0354	0.0423	0.0562	0.0979

表－３ ３人モデル（１）－３ A は C を極めて重視

C による評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.3068	0.2993	0.2868	0.2618	0.1868
II	0.0668	0.0743	0.0868	0.1118	0.1868
III	0.2803	0.2728	0.2603	0.2353	0.1603
IV	0.0403	0.0478	0.0603	0.0853	0.1603
V	0.2729	0.2654	0.2529	0.2279	0.1529
VI	0.0329	0.0404	0.0529	0.0779	0.1529

表－４ ３人モデル（２）－１ A は B を極めて重視

C による評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.2307	0.2251	0.2157	0.1969	0.1407
II	0.0507	0.0563	0.0657	0.0844	0.1407
III	0.2157	0.2100	0.2007	0.1819	0.1257
IV	0.0357	0.0413	0.0507	0.0694	0.1257
V	0.2084	0.2028	0.1934	0.1746	0.1184
VI	0.0284	0.0340	0.0434	0.0621	0.1184
VII	0.2053	0.1996	0.1903	0.1715	0.1153
VIII	0.0253	0.0309	0.0403	0.0590	0.1153

表-5 3人モデル(2)-2 AはBとCを同じく重視

Cによる評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.2535	0.2503	0.2451	0.2347	0.2035
II	0.1535	0.1566	0.1618	0.1722	0.2035
III	0.1783	0.1752	0.1700	0.1596	0.1283
IV	0.0783	0.0815	0.0867	0.0971	0.1283
V	0.1419	0.1388	0.1336	0.1232	0.0919
VI	0.0419	0.0451	0.0503	0.0607	0.0919
VII	0.1263	0.1231	0.1179	0.1075	0.0763
VIII	0.0263	0.0294	0.0346	0.0450	0.0763

表-6 3人モデル(2)-3 AはCを極めて重視

Cによる評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.2307	0.2251	0.2157	0.1969	0.1407
II	0.0507	0.0563	0.0657	0.0844	0.1407
III	0.2157	0.2100	0.2007	0.1819	0.1257
IV	0.0357	0.0413	0.0507	0.0694	0.1257
V	0.2084	0.2028	0.1934	0.1746	0.1184
VI	0.0284	0.0340	0.0434	0.0621	0.1184
VII	0.2053	0.1996	0.1903	0.1715	0.1153
VIII	0.0253	0.0309	0.0403	0.0590	0.1153

表-7 5人モデル

Bによる評価	極めて好む	非常に好む	かなり好む	やや好む	同じく好む
I	0.2235	0.2231	0.2225	0.2213	0.2175
II	0.2035	0.2031	0.2025	0.2013	0.1975
III	0.2085	0.2044	0.1975	0.1838	0.1425
IV	0.1885	0.1844	0.1775	0.1638	0.1225
V	0.0615	0.0656	0.0725	0.0863	0.1275
VI	0.0415	0.0456	0.0525	0.0663	0.1075
VII	0.0465	0.0469	0.0475	0.0488	0.0525
VIII	0.0265	0.0269	0.0275	0.0288	0.0325

Decision Makings in Text-Based Communications by AHP II

Tatsuya ARAKAWA

We apply AHP to decision makings in text-based communications. We compose some extended versions of the simple model of communications we saw in the previous paper and see whether the results of AHP are as expected.